



PROVE IN SITO - LABORATORIO PROVE MATERIALI

4 EMME SERVICE S.p.A. - Via L. Zuegg, 20 - 39100 BOLZANO
Tel. 0471/543111 - Fax 0471/543110 - info@4emme.it - www.4emme.it



Viadotto Torre del XXXX
Strada Statale XXX

CARATTERIZZAZIONE DINAMICA

PROVA N° 2762/PA

Committente: **XXXXX**

Relatori: **XXXXX**

XXXXX



XXXXX



1. PREMESSA

La Società *4 EMME Service S.p.A.* specializzata nell'esecuzione di prove sperimentali su strutture in sito, è stata incaricata dall'XXXX, di eseguire la caratterizzazione dinamica di una delle campate del viadotto.

L'intervento è stato eseguito in data 21 ottobre 2004 dal personale della *4 EMME Service S.p.A.*, nelle persone del XXXXXX.

Per il Committente hanno assistito i Signori:

- Ing. XXXXXX

La calibrazione di tutti gli strumenti impiegati è stata effettuata in data 7 ottobre 2003 e documentata col Certificato di Taratura n. 155/03.

Considerata la natura dell'intervento e le caratteristiche di ripetitività della struttura, si è deciso di operare sulla campata posta tra le pile 14 e 15, avente luce pari a **40,00 m**. La campata, così come le restanti, è costituita da n. 3 travi in c.a.p. appoggiate agli estremi e collegate fra di loro da traversi con sovrapposta una soletta in calcestruzzo gettata in opera.



XXXX



2. CARATTERIZZAZIONE DINAMICA

Lo scopo dell'indagine dinamica è quello di individuare sperimentalmente le frequenze libere di vibrazione. Dalle rilevazioni sperimentali si procede alla calibrazione del modello variando i parametri di input fino ad ottenere la corrispondenza con le frequenze di risposta teorica. Inoltre, i parametri dinamici essendo legati agli elementi geometrici e meccanici della struttura, rappresentano un valido strumento di controllo nel tempo dell'eventuale variazione delle condizioni generali.

2.1 Strumentazione impiegata

La strumentazione impiegata è composta di:

- 8 accelerometri piezoelettrici PCB M19A:
 - sensibilità:* 500 mV/g;
 - campo:* $\pm 5g$;
 - risoluzione:* $1 \times 10^{-4} g$;
 - campo di frequenza:* 0,025-800 Hz;
- unità di acquisizione *Data Shuttle 16*;
- Software di elaborazione *DasyLab*.



Terna di accelerometri

2.2 Modalità esecutive

La metodologia utilizzata per la caratterizzazione dinamica è basata sul rilevamento delle accelerazioni indotte dal passaggio del traffico pesante sull'impalcato.

Le elaborazioni sono effettuate nel tratto d'acquisizione con i mezzi pesanti al di fuori degli impalcati in misura, per consentire di rilevare le *frequenze libere* non influenzate dalla massa dei carichi eccitanti.



Passaggio di un autocarro in velocità

Sono state posizionate 2 terne accelerometriche ed una coppia di accelerometri; le prime due sul lato mare (*nord*) in mezzeria ed un quarto luce; la coppia è invece stata disposta in mezzeria ma sul lato monte (*sud*).



1/4 luce lato nord



1/2 luce lato nord



1/2 luce lato sud

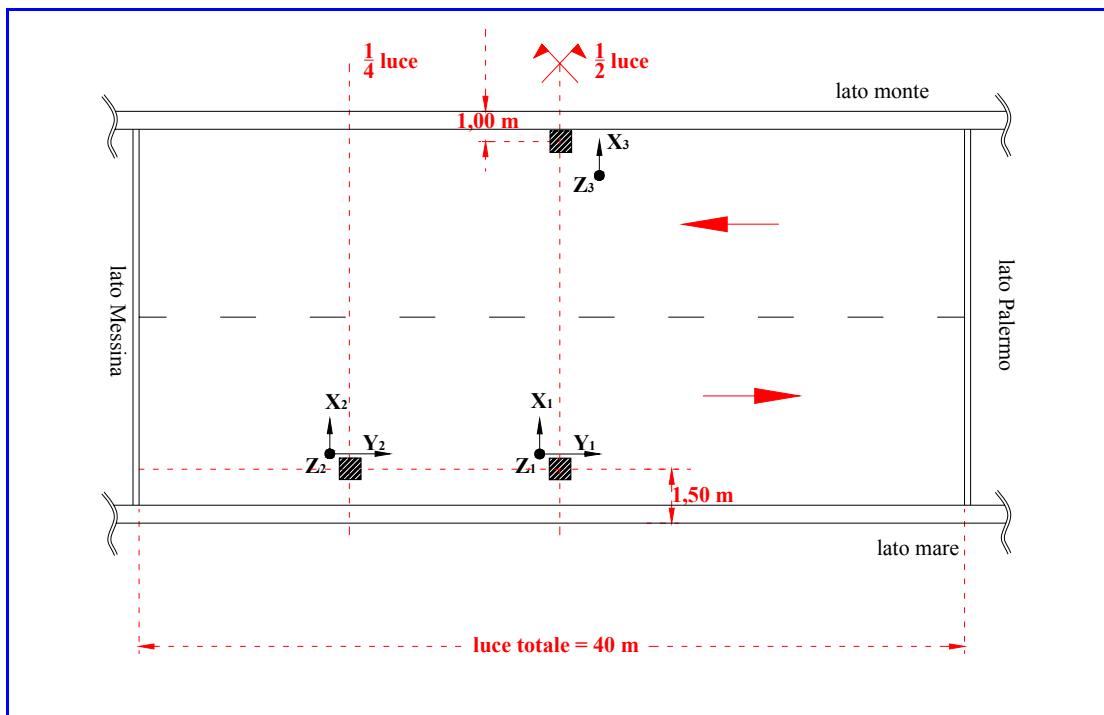


2.3 Analisi dei risultati

La tabella e lo schema planimetrico seguente riportano la posizione dei sensori accelerometrici con la corrispondenza del numero di canale di acquisizione.

Tabella 1: posizione dei sensori accelerometrici

N. Canale	Posizione dei sensori	Direzione	Asse
1	1/2 L lato nord	Verticale	Z_1
2		Trasversale	X_1
3		Longitudinale	Y_1
4	1/4 L lato nord	Verticale	Z_2
5		Trasversale	X_2
6		Longitudinale	Y_2
7	1/2 L lato sud	Verticale	Z_3
8		Trasversale	X_3

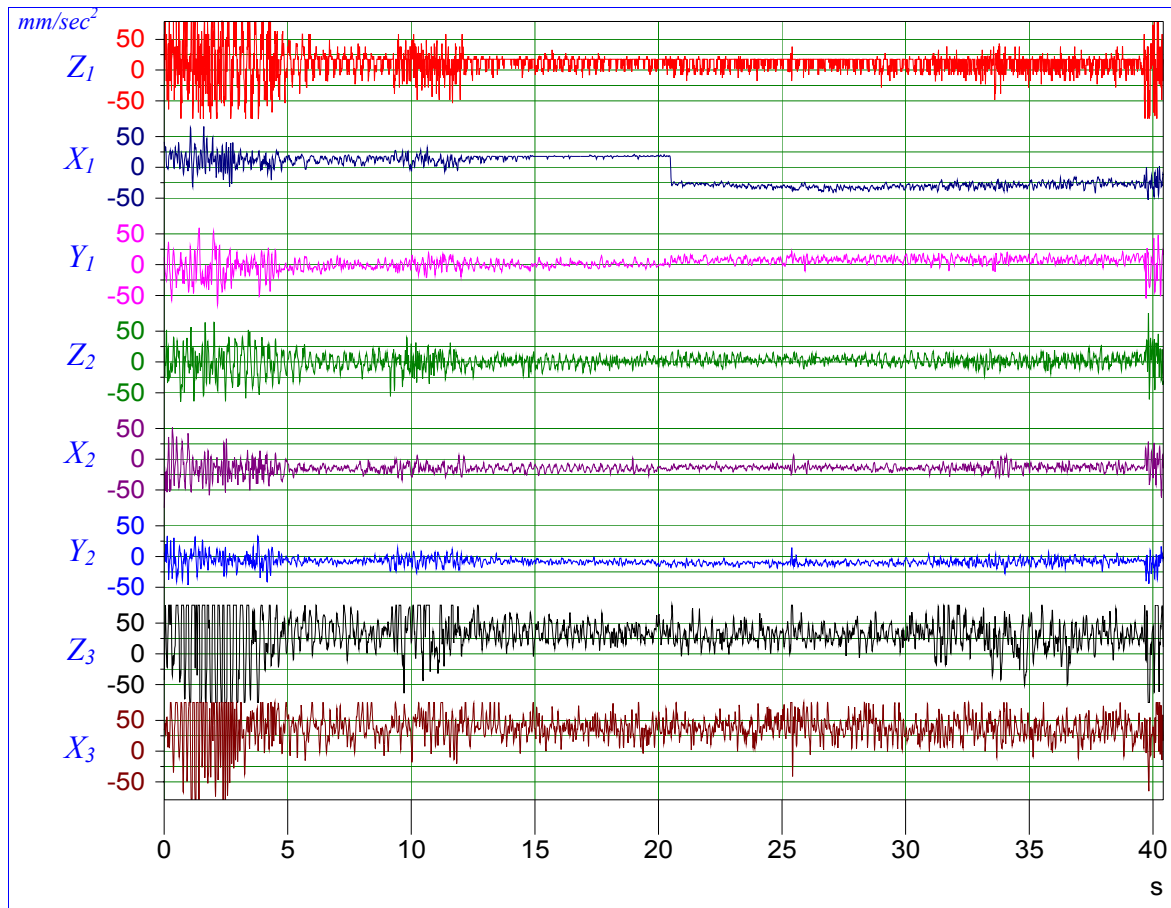


Schema di ubicazione dei sensori



Nei grafici a seguito si riportano le più significative acquisizioni ed elaborazioni.

Nel grafico successivo si riporta l'oscillogramma dell'acquisizione 14/15-2 nel quale in ascisse abbiamo il tempo espresso in secondi ed in ordinate l'accelerazione in mm/s^2 .



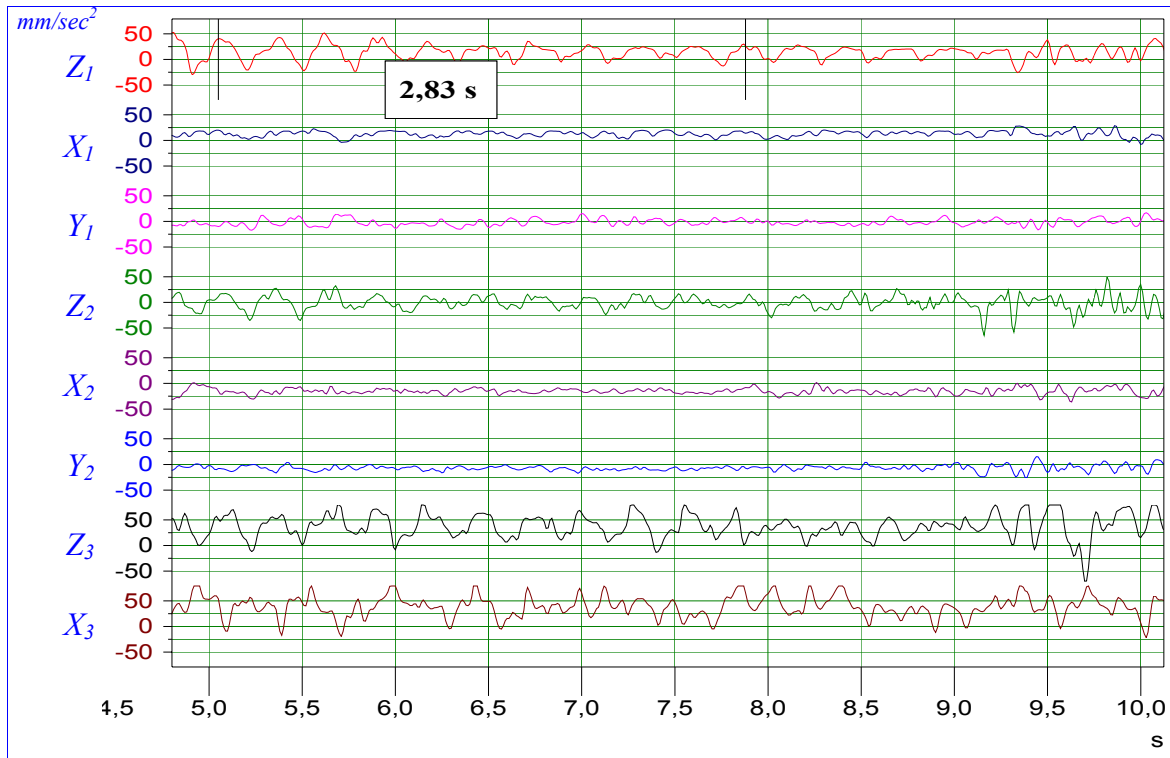
*Grafico n.1 : Oscillogramma
Rilevazione 14/15 -2*

Si nota come nel tratto temporale tra i 5 e i 10 secondi, all'uscita dell'autocarro dalla campata, il segnale vibratorio rimane sostanzioso. Nel grafico successivo si analizza questa finestra temporale.



Il grafico successivo mostra la finestra temporale tra 5 e 10 secondi della memorizzazione 14/15-2. Il segnale è stato filtrato con un passa basso Butterworth di 12 Hz permettendo di analizzare il segnale depurato dalle alte frequenze.

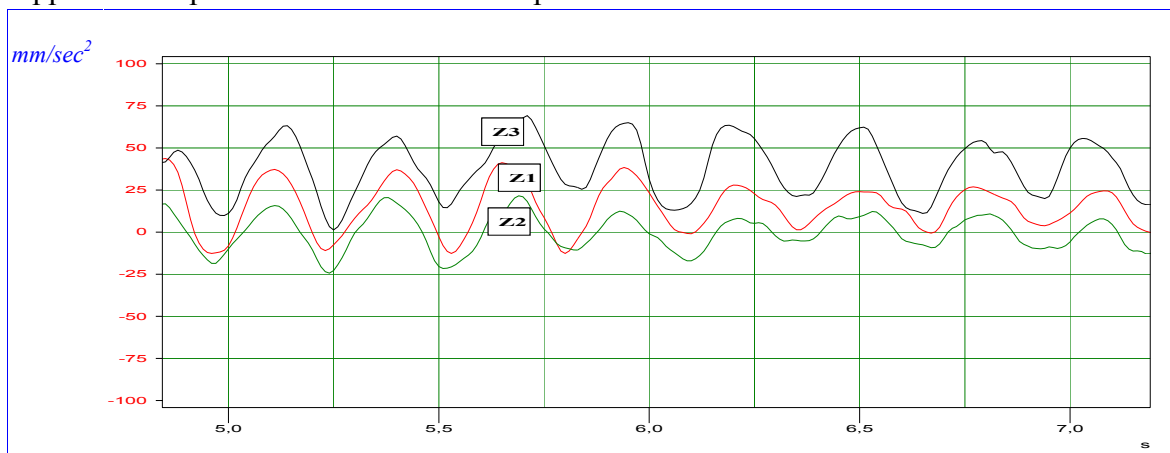
Nella direzione Z_1 si contano 10 oscillazioni in un intervallo di 2,83 secondi, pari ad una frequenza $f = 10 / 2,83 = 3,53$ Hz.



*Grafico2: oscillogramma finestra 5-10 s - filtro p.b. 12 Hz
Rilevazione 14/15-2*

Nel grafico seguente, corrispondente a una finestra di soli 2 secondi, si procede a filtrare ulteriormente il segnale con un p.b. di 5 Hz, sormontando i grafici nelle direzioni Z.

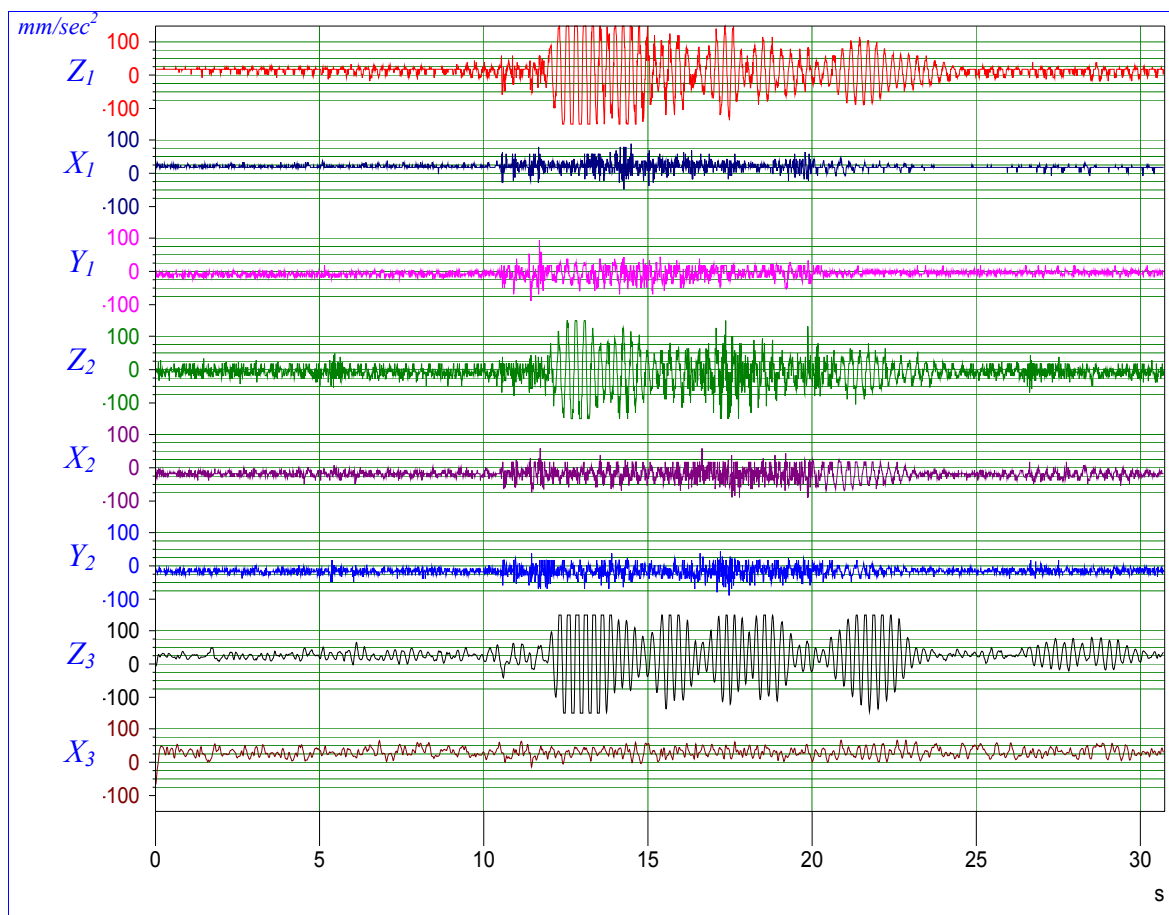
Si nota come i segnali siano perfettamente in fase ad indicare che la frequenza rilevata rappresenta il primo modo di vibrare nel piano verticale.



*Grafico3: oscillogramma canali Z - finestra 5-7 s - filtro p.b. 5 Hz
Rilevazione 14/15-2*



Nel grafico successivo si è riportato l'oscillogramma dell'acquisizione 14/15-6.



*Grafico n.4 : Oscillogramma
Rilevazione 14/15 -6*

Si nota come nel tratto temporale tra i 25 e i 30 secondi, all'uscita dell'autocarro dalla campata, il segnale vibratorio tende a smorzarsi sui canali lungo il piano orizzontale mentre subisce un autoincremento sui canali Z. Questo fenomeno si determina quando due frequenze di valori vicini si sovrappongono sommando le loro ampiezze.



Il grafico successivo mostra la finestra temporale tra 25 e 30 secondi della memorizzazione 14/15-6. Il segnale è stato filtrato con un passa basso Butterworth di 12 Hz.

Nella direzione Z_1 si contano 7 oscillazioni in un intervallo di 1,71 secondi, pari ad una frequenza $f = 7 / 1,71 = 4,10$ Hz.

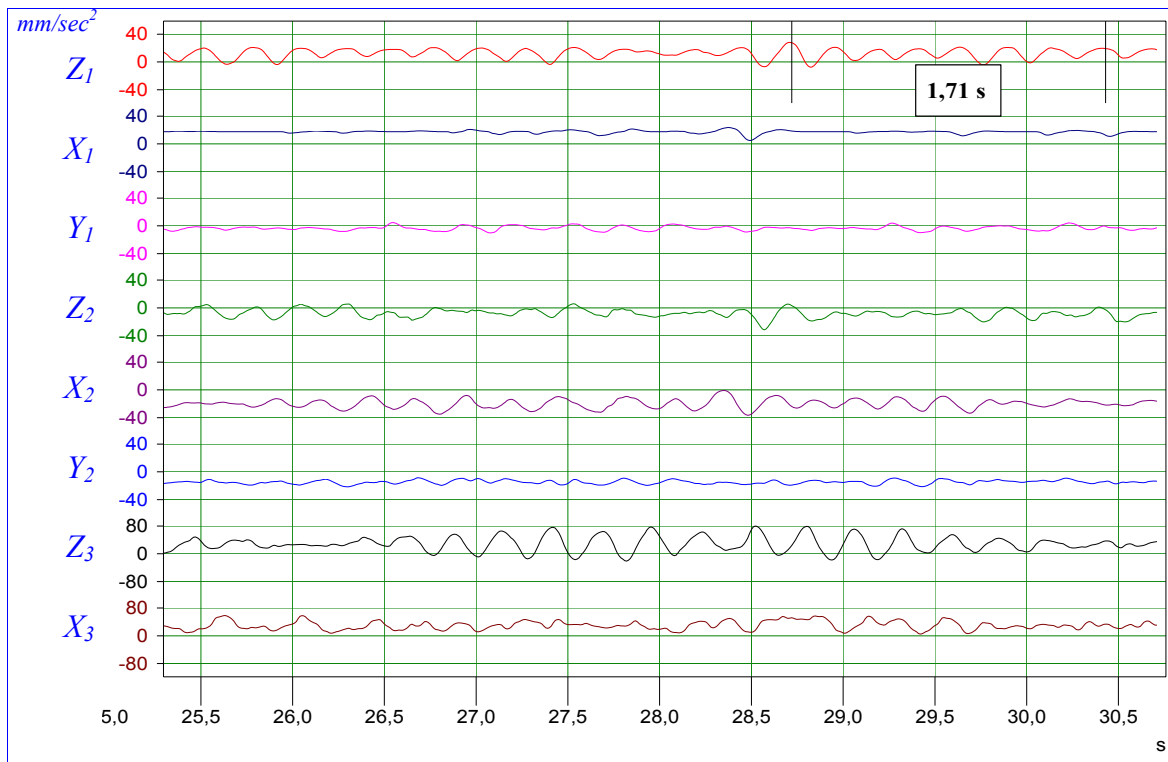


Grafico 5: oscillogramma finestra 25-30 s - filtro p.b. 12 Hz
Rilevazione 14/15-6

Nel grafico seguente, corrispondente a una finestra di soli 2 secondi si sormontando i grafici Z_1 e Z_3 corrispondenti alle direzioni verticali nella mezzeria ai due lati dell'impalcato. Si nota come i segnali siano perfettamente in controfase ad indicare che la frequenza rilevata rappresenta modo torsionale.

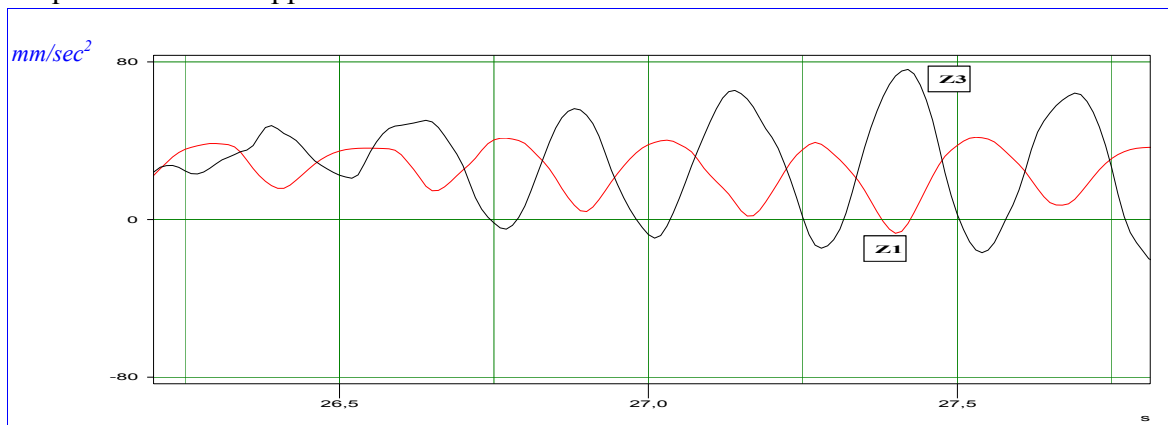
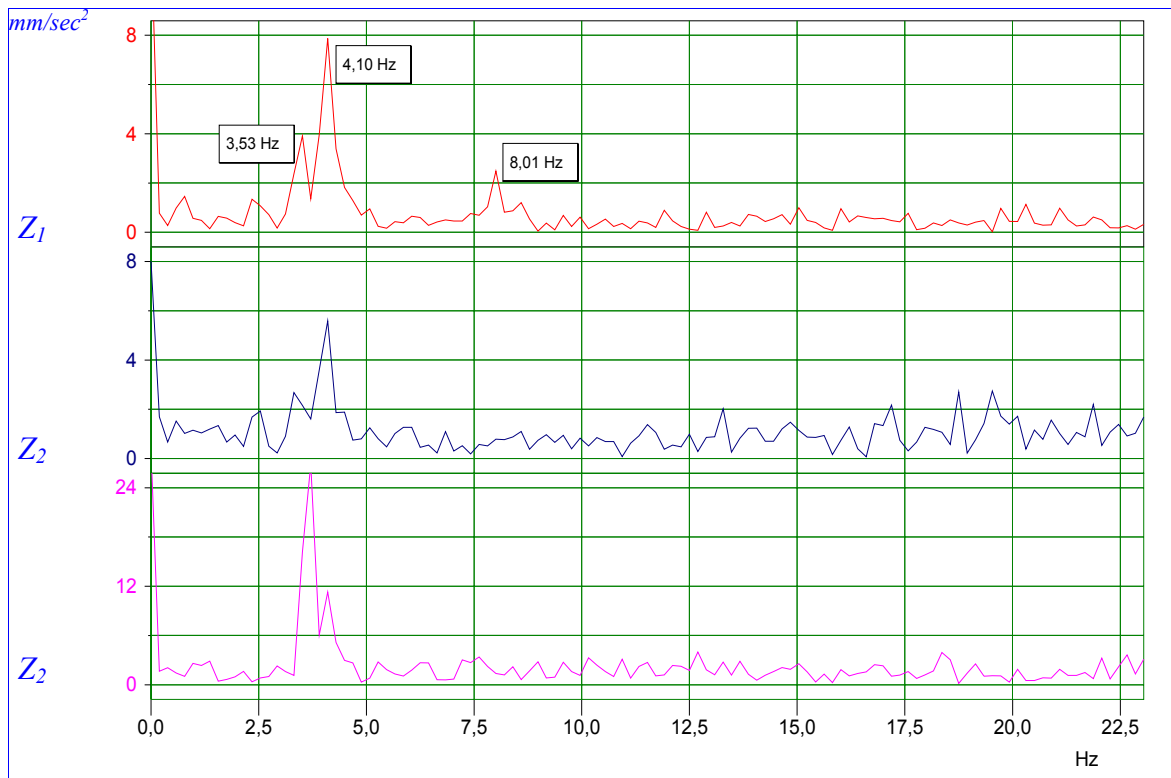


Grafico 6: oscillogramma canali Z - finestra 26-28 s - filtro p.b. 12 Hz
Rilevazione 14/15-6



Nel grafico successivo si riporta lo spettro dei segnali in direzione verticale ottenuti dalla trasformata di Fourier nel tratto tra 25-30 secondi dell'acquisizione 14/15-6.

I primi due valori riportati di 3,53 Hz e 4,10 Hz sono stati ricavati nel dominio dei tempi con una precisione dello $\pm 0,024$ Hz in quanto la frequenza di scansionamento determina una variabilità di misura massima di 0,01 s, mentre la frequenza di 8,01 Hz ha una precisione di $\pm 0,19$ Hz in quanto ottenuta nel dominio delle frequenze con un blocco di 516 dati (Scansionamento / Blocco dati ; 100 / 516 = 0,19).



*Grafico 7: spettro dei canali Z - finestra 25-30 s
Rilevazione 14/15-6*

Nella tabella successiva si riportano i parametri dinamici rilevati.

Tabella 2: frequenze libere sperimentali

	1° modo verticale (Hz)	Modo di ordine superiore (Hz)	Modo di ordine superiore (Hz)
Sperimentale	3,53	4,10	8,01